

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Уральский государственный педагогический университет»  
Институт математики, физики, информатики и технологии  
Кафедра технологии и экономики

**Разработка рекомендаций по внедрению в транспортную  
инфраструктуру мегаполиса зарядных станций для электромобилей**

Выпускная квалификационная работа

Квалификационная работа  
допущена к защите  
Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_  
дата      подпись

Исполнитель:  
Анкудинов Александр  
Владимирович,  
обучающийся группы ИТТ-1501

\_\_\_\_\_  
подпись

Руководитель:  
Глухих Павел Леонидович,  
кандидат экономических наук,  
доцент

\_\_\_\_\_  
подпись

Екатеринбург 2019

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ .....</b>	<b>3</b>
<b>ГЛАВА 1. МЕСТО ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ В ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЕ МЕГАПОЛИСА .....</b>	<b>6</b>
<b>1.1. Транспортная инфраструктура мегаполиса: понятие, составляющие и тенденции .....</b>	<b>6</b>
<b>1.2. Особенности использования электромобилей в транспортной инфраструктуре мегаполиса .....</b>	<b>9</b>
<b>ГЛАВА 2. АНАЛИЗ ПРАКТИКИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ МЕГАПОЛИСА.....</b>	<b>21</b>
<b>2.1. Международный опыт создания инфраструктуры для электромобилей .....</b>	<b>21</b>
<b>2.2. Эволюция транспортной инфраструктуры мегаполиса (на примере г. Екатеринбурга) .....</b>	<b>30</b>
<b>ГЛАВА 3. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ МЕГАПОЛИСА (НА ПРИМЕРЕ Г. ЕКАТЕРИНБУРГА).....</b>	<b>36</b>
<b>3.1. Исследование удовлетворенности автовладельцев транспортной инфраструктурой г. Екатеринбурга .....</b>	<b>36</b>
<b>3.2. Рекомендации по адаптации транспортной инфраструктуры г. Екатеринбурга к использованию электромобилей .....</b>	<b>42</b>
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....</b>	<b>47</b>
<b>СПИСОК ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ.....</b>	<b>51</b>

## ВВЕДЕНИЕ

Транспорт личный и общественный уже давно является неотъемлемой частью жизни людей. Ведь он играет огромную роль в экономике страны и является составной частью общественной жизни. Уже долгое время от работы транспорта зависит функционирование и развитие предприятий промышленности, сельского хозяйства, снабжения и торговли. Он обеспечивает повышение производительности труда, сокращению времени доставки грузов или проезда до места работы. И для обеспечения оптимального функционирования всего совокупного транспорта необходимо создавать соответствующую транспортную инфраструктуру.

За время существования автомобилей с двигателем внутреннего сгорания (далее ДВС) было выявлено множество недостатков и критически важных последствий использования традиционного транспорта. И как считают многие эксперты, чтобы начать революцию в сфере личного транспорта, а заодно и в структуре энергопотребления, необходимо заниматься развитием электромобилей и необходимой для них инфраструктуры. Насколько сейчас развита инфраструктура и готовы ли мы к переходу на электромобили - это и является *проблемой исследования*.

По данным статистики на сайте EVvolumes.com, с 2010 года по настоящее время общий парк электромобилей всех стран увеличился с нескольких тысяч единиц, до пяти с половиной миллионов единиц [1]. Если мы будем придерживаться положительных прогнозов, то, к 2030 году мировой парк электромобилей будет превышать 100 млн. единиц. Поэтому мы считаем, что данная *тема весьма актуальна*.

Как показывает мировой опыт, инфраструктура для электромобилей активно развивается. Передовыми странами в этом плане являются США, Китай, и страны Европейского союза (далее ЕС). В США, например, предусмотрены компенсационные выплаты за установку общественной

зарядной станции. Компенсация достигает 50 % но не более 25 тыс. долларов. Таким образом, США развили одну из крупнейших инфраструктурных сетей для электромобилей в мире – 30868 станций и скоростных зарядок без учета домашних. Китай в отличие от США развивает инфраструктуру для зарядки электромобилей за бюджетные средства. Так, власти КНР рассчитывают открыть к 2020 году зарядные станции в количестве, достаточном для обслуживания около 5 млн. электромобилей. Страны ЕС используют обе вышеупомянутые модели. **Каково значение электромобилей в науке и практике?** Во-первых, это наиболее эффективное использование энергии благодаря КПД, который достигает 88 – 95 % у электромобиля, против 20 – 25 % у автомобиля с ДВС. Во-вторых, по мере развития мировой экономики, «экологическая инфраструктура» начала давать сбои, а электромобиль является экологичным видом транспорта, т.к. от него намного меньше загрязняющих выбросов.

**Объектом** данного исследования является транспортная инфраструктура мегаполиса на примере г. Екатеринбурга. **Предметом** данного исследования является адаптация транспортной инфраструктуры мегаполиса к использованию электромобилей.

**Целью** исследования является разработка рекомендаций по внедрению в транспортную инфраструктуру мегаполиса зарядных станций для электромобилей.

Задачи исследования:

1. Обобщить теоретические основы транспортной инфраструктуры мегаполиса.
2. Сформулировать особенности использования электромобилей в транспортной инфраструктуре мегаполиса.
3. Рассмотреть международный опыт создания транспортной инфраструктуры для электромобилей.

4. Обобщить тенденции развития транспортной инфраструктуры г. Екатеринбурга.

5. Провести социологическое исследование с целью оценки удовлетворенности автовладельцами, состоянием транспортной инфраструктуры г. Екатеринбурга на данный момент.

При написании выпускной квалификационной работы использовались различные источники: сборники статей, журнальные публикации, электронные ресурсы, официальные документы г. Екатеринбург. Также для создания интернет опроса использовался сервис Google Forms.

Выпускная квалификационная работа состоит из введения, трёх глав, заключения и списка источников и литературы.

# **ГЛАВА 1. МЕСТО ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ В ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЕ МЕГАПОЛИСА**

## **1.1. Транспортная инфраструктура мегаполиса: понятие, составляющие и тенденции**

Транспортная инфраструктура мегаполиса – это совокупность всех видов транспорта и транспортных структур, деятельность которых направлена на создание благоприятных условий функционирования всех отраслей экономики, т.е. совокупность материально-технических систем транспорта, предназначенных для обеспечения экономической и неэкономической деятельности человека в рамках мегаполиса. Другими словами, под транспортной инфраструктурой следует понимать совокупность материально-технических и организационных условий, обеспечивающих быстрое и беспрепятственное выполнение перевозочного процесса в условиях мегаполиса [2].

Транспортная инфраструктура должна не только поддерживать текущие хозяйственные связи, но и иметь некоторый резерв, призванный обеспечить мобильность экономики. Особенность транспортной инфраструктуры состоит в том, что ее рост происходит медленнее, чем расширение хозяйственных связей [3].

Транспортную инфраструктуру мегаполиса образуют линии, сооружения и устройства городского, пригородного, внешнего транспорта.

Рассмотрим составляющие, которые входят в транспортную инфраструктуру мегаполиса:

1. *Улично-дорожная сеть города* обеспечивает сообщение между жилыми, производственными и туристскими градостроительными образованиями.

2. *Магистральные улицы и дороги* отвечают за соединяющие и распределяющие функции. Они включают в себя пропуск основных транспортных потоков, внешние связи, и связи между районами города. На них располагаются линии движения пассажирского транспорта (трамвай, троллейбус, автобус и др.).

3. *Главные улицы города* по большей мере выполняют репрезентативную функцию. Вдоль них размещаются театры, формируются городские площади и другие, уникальные культурные, обслуживающие и торговые объекты.

4. *Автомобильные улицы и дороги непрерывного движения* обеспечивают скоростные сообщения между удаленными районами мегаполиса, и прилегающим к ним территориям (аэропортам, базам отдыха, пригородным поселениям и др.), а также обеспечивают транспортные выходы на магистральные автомобильные дороги.

5. *Железные дороги* используются в основном в системе связей «город-пригород».

6. *Транспортно-коммуникационные (транспортно-пересадочные) узлы.* Пересечение и примыкание путей одного или разных видов транспорта, служащие для распределения транспортных потоков по направлениям.

7. *Транспортно-обслуживающие предприятия и объекты.* К таковым относятся: железнодорожные вокзалы и станции, автозаправочные станции, аэропорты, морские порты, станции технического обслуживания и т.д.

8. *Автостоянки и места парковки автомобилей* являются наиболее распространенным транспортно-обслуживающим объектом. Преимущества наземного размещения парковок – удобство для пользователей, низкие строительные затраты. Недостатки – потребность в больших площадях территории.

В современной градостроительной практике, в связи с ростом автомобилизации, отдают предпочтение наземным и подземным многоуровневым паркингам.

9. *Прочие сооружения (велодорожки, велотрассы и т.д.)* [4].

На сегодня можно однозначно определить, что приоритетным является расширение и развитие уже существующих крупных городов. По мере развития увеличится, в основном, парк личных автомобилей, что будет сказываться на экологической составляющей в мегаполисе. Вместе с этим мы можем увидеть, что на многих крупных заводах уже в качестве внутризаводского транспорта используют экологически чистый транспорт. Да и сами заводы стараются строить так чтобы в непосредственной близости были пути железнодорожного транспорта или их можно было бы подвести. Но что до городского, личного транспорта? Всемирная автомобилизация привела к тому, что автомобильный транспорт стал одним из основных источников загрязнения среды современных мегаполисов. Территории вдоль дорог и улиц с интенсивным движением имеют повышенные загрязненность воздуха, почв, уровень шума. Данные факторы вызывают потребность перехода к разработке и осуществлению мероприятий, снижающих негативное воздействие автотранспорта на экологию мегаполиса [3]. Развитие экологических видов транспорта. К наиболее распространенным минимально загрязняющих городскую среду относятся: трамваи, троллейбусы, метрополитен, монорельсовый, железнодорожный электротранспорт.

К перспективным экологичным видам личного транспорта можно отнести электромобили. Его развитие рассматривается как альтернатива загрязняющему городскую среду автомобилю. Но внедрению индивидуального электротранспорта должно предшествовать создание соответствующей энергетической инфраструктуры [5]. "Умный автомобиль" на "умной дороге" это так называемая - интеллектуальная транспортная



система. Её основа — это навигационные спутниковые устройства, которые обеспечивают информационный обмен между автомобилем и центром управления дорожным движением с помощью мониторинга текущего состояния дорожной сети, транспортных потоков и метеорологических условий. Также осуществляется обмен информацией между автомобилем и водителем (текущее психологическое состояние водителя, раннее предупреждение о возможном возникновении чрезвычайных ситуаций и др.). Также ведётся информационный обмен между автомобилем и производителем, сервисами, службами экстренного реагирования, другими участниками дорожного движения. Подземное размещение мест парковки автомобилей широко применяется в центрах крупных городов. Что является очень удобным и не осложняет движение транспорта.

Уже сейчас традиционный транспорт является одним из главных источников загрязнения окружающей среды. Электромобиль является одним из перспективных альтернатив традиционному, личному транспорту. Но для его внедрения необходимо достаточное количество парковочных мест, оснащенных зарядками. Возможно, в скором времени мы увидим много зарядных станций для электромобилей, но для этого предстоит решить множество возникших перед нами проблем.

## **1.2. Особенности использования электромобилей в транспортной инфраструктуре мегаполиса**

Многие граждане, которые только лишь слышали об электромобилях, считают, что они появились около 10-20 лет назад. Но это не совсем так. Почти в тот же момент, как появилось электричество, нашлись инженеры и механики энтузиасты, которые поставили задачу создать экономичный и быстрый транспорт, для которого электрический ток служил бы топливом.

Уже тогда механики и ученые вынашивали идею электромобиля в головах, но не освещали это широкой публике [6].

Электромобиль состоит из тягового электродвигателя, тяговой аккумуляторной батареи (АКБ), инвертора, специального бортового зарядного устройства, электронной системы управления и т.д. [7]. Рассмотрим некоторые из них поподробнее и узнаем их основные характеристики.

Тяговый электродвигатель (Рис. 1) – устройство, занимающееся преобразованием электроэнергии в механическую энергию, с мощностью от 15 кВт (максимальная мощность может быть более 200 кВт). Он работает по принципу электромагнитной индукции. Электродвигатель включает в себя статор и ротор. Статор является неподвижной частью двигателя, в котором возникает вращающееся магнитное поле. Магнитное поле действует на ротор и приводит его в движение. Различают электродвигатели, работающие от постоянного тока, переменного тока и решения универсального образца (функционируют как от постоянного, так и от переменного тока). Электродвигатели переменного тока можно разделить на две группы: синхронные (скорость вращения ротора и магнитного поля статора совпадают); асинхронные (скорость вращения ротора ниже скорости вращения магнитного поля статора). Также их можно классифицировать по количеству используемых фаз: одно-, двух-, трехфазные.

Преимущества электродвигателя:

1. Высокий КПД – до 95 %, против 25 % у ДВС.
2. малый вес и габариты;
3. экологичность;
4. простота использования;
5. на любой отметке скорости создается максимальный крутящий момент;
6. не нужна коробка передач;

7.     долгий срок службы;
8.     и т.д.

Что же касается недостатков электродвигателя, то их нет [8].

Рис 1 Электродвигатель

Аккумуляторная батарея (АКБ) – химический источник тока, источник ЭДС многоразового действия [9]. Основные характеристики используемых аккумуляторных батарей представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристики аккумуляторных батарей

Тип аккумуляторной батареи	Удельная энергоемкость, Вт*ч/кг	Удельная стоимость батареи, руб		Количество циклов заряда
		кг	За 1 кВт*ч, руб.	
Свинцово-кислотная	33	60	3000	1000
Никель–кадмиевая	33	300	10500	3000
Никель – железная	22	120	5250	1000
Цинк-хлорная	110	60	450	150
Цинк-воздушная	66	60	10800	250
Натрий-серная	150	60	300	100
Литий-серная	110	180	900	230

Литий-ионная	120	180	900	1000
Серебряно-цинковая	88	120	10500	200
Никель-цинковая	55	240	4500	2000

В электромобилях, чаще всего, используются литий-ионные и литий-полимерные батареи. Обусловлено это тем, что максимально отдаваемая емкость батареи в процессе эксплуатации при неполном разряде не снижается, и допустимый заряд увеличивается, что позволяет довести время ускоренного заряда до 10...20 минут. Тяговая батарея учитывает мощностные характеристики для совместимости с электродвигателем, а также высокую стоимость, показатели долговечности, и габаритные размеры батареи. К примеру, если взять данные из таблицы, то литий-ионные аккумуляторы имеют самую высокую энергоемкость среди всех (120 Вт\*ч/кг), обладают средней массой (21,6 кВт\*ч весит 180 кг), довольно низкую стоимость ячейки 1 кВт\*ч (900 руб.), а также количество циклов заряда у нее равен 1000.

Если сравнить такую батарею с АКБ электромобиля «Nissan Leaf», которая имеет емкость в 24 кВт\*ч, то мы получим 21600 руб. по расчётам из таблицы, но фактическая стоимость батареи была в пределах 240000-300000 руб. Почему же такая разница? Данные из таблицы не учитывают стоимость производства АКБ именно для электромобиля, а также, что полностью цельная батарея состоит из нескольких модулей у каждой из них отдельный корпус, также в них есть система контроля батареи, проводка, и т.п.

Остальные составляющие электромобиля рассматривать не будем.

Какими техническими характеристиками обладает электромобиль? Рассмотрим характеристики самого массового электромобиля «Nissan Leaf» оформим их в виде таблицы 2 [10].

Если предположить, что в среднем автовладелец пользуется автомобилем максимум 230 дней в год, то за 5 лет он будет использовать его 1150 дней.

В данном примере приведена стоимость нового электромобиля «Nissan Leaf», учитывая то, что в нашей стране широко распространен рынок перекупа подержанных автомобилей, в таком случае их стоимость может снизиться до 500000-1000000руб. На первый взгляд мы получили не обнадеживающие нас данные, но в данном примере мы пренебрегли несколькими факторами, такими как: государственная стратегия по отношению к электромобилям (множество льгот, бесплатная парковка, и т.д.); рекуперативное торможение, при котором часть энергии возвращается обратно. В конечном итоге мы сможем получить стоимость одной поездки в день на электромобиле приблизительно равную стоимости поездки в день на автомобиле с ДВС.

Таблица 2 – Характеристики электромобиля «Nissan Leaf»

Критерий сравнения	Nissan Leaf
Стоимость	2 000 000 руб.
Максимальная мощность кВт/л.с.	80 кВт/109 л.с.
Максимальная скорость	140 км/ч
Расход топлива в городском цикле	14 кВтч/100 км
Цена топлива на 100 км	$3,7р. \cdot 14кВтч = 51,8руб.$
Расчет	<p>1. <math>2000000 + (4500 \cdot 5) = 2022500</math> - стоимость электромобиля и страховых платежей.</p> <p>2. <math>(25000руб. \cdot 5 лет) + (1000руб. \cdot 60мес.) = 185000руб.</math> – стоимость технического обслуживания и парковки.</p> <p>3. <math>3,7руб. \cdot 14кВтч \cdot 230дн. \cdot 5лет = 59570руб.</math> - минимальная стоимость заправки топливом без учета стояния в «пробках».</p>

	4. $2022500+185000+59570=2267070$ руб.
	5. Стоимость одной поездки в день: $2267070:1150=1971.30$ руб.

Учитывая постепенное повышение цен на традиционное топливо, а также то, что нефть является иссекаемым природным ресурсом, такая ситуация ставит в выгодное положение рынок электромобилей. Обладая многими схожими функциями с традиционным автомобилем, электромобиль приковал к себе внимание всего мира и многие люди ждут технологического прорыва в областях эффективного энергопотребления и в производстве аккумуляторных батарей.

Прежде чем рассматривать совершенствование инфраструктуры мегаполиса для расположения зарядных станций, узнаем, что собой представляют сами зарядные станции. Сразу стоит отметить, что технология зарядки электромобилей находится в самом начале своего развития. На данный момент существуют всего два типа зарядных станций для электромобилей: проводной (как обычное подключение к розетке), беспроводной (электромобиль заезжает на специальную платформу, на которой заряжается без помощи проводов) [11]. Последний тип имеет некоторые нюансы, такие как: это довольно дорогостоящая система, при увеличении расстояния от источника происходят потери мощности, увеличивается время до полной зарядки, сложность конструкции.

Для того чтобы расположить беспроводную зарядку необходимо учитывать несколько факторов: есть ли на самом электромобиле модуль для приема заряда, на открытом воздухе могут возникать помехи из-за излучения электромагнитных волн. Просторный гараж, в котором можно оборудовать площадку для беспроводной зарядки, является идеальным вариантом, но рентабельно ли это? Это того стоит, если преимущества данного типа зарядок, такие как: нет износа проводов и коннекторов, вы не имеете дело с проводами – безопасность, вам не придется подбирать тип коннектора

зарядки для вашего электромобиля; перевешивают стоимость установки такой зарядки.

Касательно проводных зарядных станций, их можно разделить на четыре типа:

1. Тип-1. Максимальное напряжение 220В в европейских странах, 110В в США. Подключается к обычной бытовой розетке и не требует наличия специального оборудования. Данный способ является устаревшим и самым слабым.

2. Тип-2. Также максимальное напряжение 220В в европейских странах, 110В в США. Также подключается к обычной бытовой розетке, но посредством специальных зарядных устройств. В данном типе зарядки используется схема переменного тока. Является стандартом для большинства зарядных станций.

3. Тип-3. Однофазная или трехфазная цепь переменного тока с максимальным напряжением 380В. Является самой мощной схемой для станций с переменным током.

4. Тип-4. Зарядные станции постоянного тока с максимальным напряжением до 500В. Нужно понимать, что не все модели электромобилей поддерживают технологию быстрой зарядки, но модели, поддерживающие эту технологию способны заряжаться до 80% за 30 минут [12].

Какие факторы влияют на скорость зарядки? Во-первых, это мощность зарядной станции [13]. Они были описаны выше. Во-вторых, от ёмкости батареи. Следует понимать, что чем выше ёмкость, тем больший запас хода, но дольше времени придется ждать до полной зарядки. В-третьих, от максимальной мощности контроллера заряда в электромобиле.

Рассмотрим типы разъемов для подключения зарядки к электромобилю:

1. Тип-1 (J1772) – коннектор (Рис 2), используемый в США и странах Азии. Его максимальная мощность – 7,4 кВт в час. Применяется на станциях второго и третьего типа [14].

Рис 2 Коннектор 1 типа

2. Тип-2 (Mennekes) – коннектор (Рис 3), используется преимущественно в электромобилях для европейского рынка. Может использовать однофазную и трехфазную цепи питания. При этом существуют и ограничения. Максимальное напряжение не должно превышать 400В, а максимальная сила тока не должна превышать 63А. Максимальная мощность составляет 43 кВт в трехфазной цепи и 7,4 кВт в однофазной цепи. Также применяется на станциях второго и третьего типа [15].

Рис 3 Коннектор 2 типа

3. Тип-3 (CHAdeMO) – коннектор (Рис 4), используемый для станций с постоянным током. Был разработан рядом японских компаний специально для быстрой зарядки электромобиля. Рассчитан на максимальное напряжение 500В, силу тока не выше 125А. Максимальная мощность 62 кВт. Совместимо со станциями четвертого типа [16].



Рис 4 Коннектор 3 типа

4. Тип-4 (CCS) – коннектор (Рис 5), комбинированного типа. Данный разъем рассчитан на максимальное напряжение 500В, силу тока 200А и 100 кВт мощности. Подходит для всех перечисленных типов зарядных станций [17].

Рис 5 Коннектор 4 типа

На основе всего вышеперечисленного целесообразно устанавливать зарядные станции второго типа, как станцию долгой зарядки, т.к. она подходит для большинства электромобилей и является не самой дорогой и четвертого типа, в качестве станции быстрой зарядки. Также стоит задуматься над тем, чтобы сделать, если возможно, коннектор зарядки четвертого типа (CCS) стандартом для всех электромобилей.

Даже если мы добьемся необходимого количества зарядных станций для электромобилей, в чем же будет их принципиальное отличие от традиционного авто. Сравним их технические характеристики и особенности использования в пределах мегаполиса. Для этого дополним таблицу 2 характеристиками автомобиля «Lada Vesta», за основу возьмем, что стоимость обоих транспортных средств одинаковые (табл. 3)[18].

Возьмем расход топлива при средней скорости 60 км/ч для автомобиля с ДВС 10л./100км, для электромобиля 12 кВт\*ч/100км [19]. Получается, что при данных условиях мы потратим на заправку авто с ДВС – 400 рублей, а на заправку электромобиля 44,4 рубля. Как итог мы заплатим почти в десять раз больше, если поедем на обычном автомобиле. Также рассмотрим скорость одной заправки для обоих транспортных средств: у традиционного автомобиля время заправки составляет порядка пяти минут, у электромобиля

же чтобы зарядить аккумулятор на 100 км пути понадобится 3,5 часа от домашней сети, или 30-40 минут от станции быстрой зарядки [20]. Как итог, если у вас есть место, где заряжать электромобиль в то время, как он долго не используется, например, в ночное время суток или на парковке возле работы и т.д., то он вам идеально подходит.

Таблица 3 Сравнение электромобиля и автомобиля с ДВС

Критерий сравнения	Nissan Leaf	Lada Vesta	Примечания
Стоимость	600 000 руб.	600 000 руб.	Nissan Leaf с пробегом по России стоит примерно столько же сколько новая Lada Vesta
Максимальная мощность кВт/л.с.	80 кВт/109 л.с.	78 кВт/106 л.с.	
Максимальная скорость	140 км/ч	182 км/ч	Максимально разрешенная скорость в городе 60 км/ч
Расход топлива в городском цикле	14 кВтч/100 км	9 л./100 км.	Емкость аккумуляторной батареи электромобиля 24 кВтч
Цена топлива на 100 км	3,7р.*14кВтч=51,8руб.	40р.*9л.=360руб.	Если учитывать регенеративное торможение (часть электроэнергии возвращается при торможении) электромобиля, то стоимость снизится
Расчет	1. $600000 + (4500 \times 5) = 622500$ - стоимость электромобиля 2. $(25000 \text{руб.} \times 5 \text{ лет}) + (1000 \text{руб.} \times 60 \text{мес.}) = 185000 \text{руб.}$ - стоимость технического обслуживания и парковки. 3. $3,7 \text{руб.} \times 14 \text{кВтч} \times 230 \text{дн.} \times 5 \text{лет} = 59570 \text{руб.}$ - минимальная стоимость	1. $600000 + (4500 \times 5) = 622500$ - стоимость автомобиля 2. $(25000 \text{руб.} \times 5 \text{ лет}) + (1000 \text{руб.} \times 60 \text{мес.}) = 185000 \text{руб.}$ - стоимость технического обслуживания и парковки. 3. $40 \text{руб.} \times 9 \text{л.} \times 230 \text{дн.} \times 5 \text{лет} = 414000 \text{руб.}$ -	Если учитывать что стоимость страхового обслуживания, технического обслуживания и парковки одинаковые

	заправки топливом без учета стояния в «пробках». 4. $622500 + 185000 + 59570 = \text{руб.}$ 5. Стоимость одной поездки в день: $2267070 : 1150 = 753,9 \text{руб.}$	минимальная стоимость заправки топливом без учета стояния в «пробках». 4. Итого по п.1-3: $622500 + 185000 + 345000 = 1152500 \text{руб.}$ 5. Стоимость одной поездки в день: $1152500 : 1150 = 1002,1 \text{руб.}$	
--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

С точки зрения индивидуального средства передвижения по городу электромобиль не совсем идеален, но он может стать хорошей заменой традиционному автомобилю. Если довести до хорошего состояния систему «умный город», развить необходимую, для удобного перемещения в черте города, инфраструктуру для электромобилей, принять единый тип коннектора для зарядки электромобиля (лучшим вариантом является тип-4), то электромобиль может стать таким же массовым как авто с ДВС. Также стоит отметить одну из важнейших проблем в данной области – это аккумуляторные батареи. Какие проблемы важно решить для массового внедрения электромобилей? Во-первых, срок службы, который составляет максимум 10 лет; во-вторых, аккумулятор отказывает работать при отрицательных температурах. Если все условия будут выполнены, то нас ждет «эра электромобилей».

Подводя итоги, транспортная инфраструктура мегаполиса включает в себя все виды транспорта, материально-технические и организационные условия, созданные для взаимодействия между людьми с целью обеспечения оптимальных условий функционирования всех отраслей экономики в рамках мегаполиса.

Сохраняя тенденции, что приоритетным для нас является расширение и развитие существующих крупных городов. А это означает, что будет расти и общий парк автомобилей, в основном личных. И если не предпринять меры, то мы окажемся на грани экологической катастрофы. Ведь уже сейчас

воздух, которым мы дышим, в городах сильно загрязнен, по сравнению с тем, что было 20 лет назад.

Мы считаем, что нужно продолжать проводить необходимые мероприятия по внедрению экологически чистого транспорта. Ведь мы в силах изменить складывающуюся для нас ситуацию с экологической средой.

В общих чертах, мы должны развивать сеть зарядных станций (обычных и экспресс-зарядки) в соответствии с тем, как в условиях мегаполиса будет увеличиваться парк электромобилей. Обеспечивать их бесперебойным поступлением электричества и заниматься своевременным обслуживанием, заменой при необходимости. А также поставить вопрос о принятии единого стандарта коннекторов для зарядки.

Касательно системы «Умный город» стоит сказать, что данная концепция поможет наблюдать текущее состояние зарядных станций и оперативно оповещать о возникновении поломок. Также предупреждать о возникновении чрезвычайных ситуациях на дороге. И просто поможет в оптимальном использовании энергетических ресурсов.

## **ГЛАВА 2. АНАЛИЗ ПРАКТИКИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ МЕГАПОЛИСА**

### **2.1. Международный опыт создания инфраструктуры для электромобилей**

Сегодня транспортная инфраструктура для зарядки электромобилей активно развивается во многих странах. Лидерами по этому показателю являются США, страны Европейского Союза и Китай. Модель каждой страны имеет свои особенности.

Так, например, в **США** после запуска программы субсидирования электромобилей в 2008 году и начала продаж самого популярного, на тот момент, электромобиля Nissan Leaf в 2010 году, сеть зарядных станций начала стремительно увеличиваться. Государственная программа предусматривала налоговый кредит для гибридного электротранспорта, менее чем через год после того как будет продано 250 тыс. электромобилей.

Такие льготы коснулись и инфраструктуры – компенсация за установку общественной зарядной станции достигает 50 %, но не более 25 тыс. долларов.

Таким образом, США развили одну из крупнейших инфраструктурных сетей для электромобилей в мире – 30868 станций и скоростных зарядок без учета домашних. Не смотря на, то, что для большинства американцев электромобиль является вторым автомобилем в семье, который чаще всего

заряжают дома, в стране работает 15 тысяч общественных и полторы тысячи скоростных зарядных станций. Треть американцев, которая ездит на электромобилях, заряжается в трех местах: дома, в офисе и на станции возле супермаркета.

Сегодня на рынке зарядных станций в США лидируют три компании: Charge Point, Blink и AeroVironment. Tesla с суперчарджерами, рассчитанными исключительно на электромобили марки Tesla стоит отдельно.

**Китай** в отличие от США развивает инфраструктуру для зарядки электромобилей за бюджетные средства. Так, власти КНР рассчитывают открыть к 2020 году зарядные станции в количестве, достаточном для обслуживания около 5 млн. электромобилей. Регионы получают немалые средства на создание инфраструктуры для зарядки электромобилей.

В частности, проекты строительства жилых комплексов должны предусматривать оснащение домов зарядными станциями или выделять места под них.

Вдобавок, Китай намерен унифицировать стандарты зарядных станций, расширить зону охвата этих устройств, разместив их также в пригородах, а также стимулировать бензозаправочные станции до установления зарядок для электромобилей [21].

Рассмотрим опыт Китая поподробнее. Здесь есть несколько ключевых рычагов стимулирования развития рынка электромобилей, что повлечет за собой развитие зарядной инфраструктуры по всей стране.

В ходе интенсивной автомобилизации страны выявились серьезные проблемы нехватки нефтепродуктов и сильного загрязнения воздуха в больших городах. Предпринимались различные попытки решения проблем энергосбережения и экологической безопасности путём предоставления налоговых льгот для автомобилей малого литража, ограничения продаж автомобилей в мегаполисах и т.п. Важным актом противостояния

губительному воздействию ДВС на окружающую среду стало введение жёстких, одних из самых строгих в мире, требований средней корпоративной топливной экономичности, предписывающих снижение расхода топлива до 5 л/100 км к 2020 году с 6,9 л в 2015 году. Но кардинально новым направлением в этой политике явилась ориентация на автомобили новой энергетики [22].

#### Меры стимулирования и контроля.

Правительство КНР присвоило местному производству автомобилей новой энергетики статус развивающейся стратегической отрасли. В эту категорию транспортных средств включены электромобили, плагин-гибриды (гибридные электромобили с подзарядкой от сети) и другие автомобили с нулевыми выбросами, в том числе на водородном топливе, пока ещё отсутствующие в коммерческом производстве. Обычные гибриды в эту приоритетную категорию не попали, поскольку правительство не признаёт их транспортными средствами с альтернативным источником энергии.

Действенным инструментом стимулирования продаж электромобилей явилось практикуемое с 2010 года предоставление местным производителям автомобилей новой энергетики государственных субсидий в размере до 50–60 % от розничной цены машины. При этом покупатели освобождаются от десятипроцентного налога на покупку. Региональные власти предлагают дополнительные льготы покупателям, включая освобождение от регистрационного сбора и облегчённый доступ к городским структурам. Сеть зарядных станций развёрнута по всей стране. По информации Министерства финансов КНР, к концу 2015 года общий объём субсидий на электромобили и плагин-гибриды превысил 55 миллиардов юаней (800 миллионов долларов), из которых 30 миллиардов юаней было дотировано в одном только 2015 году.

По данным Ассоциации автопроизводителей Китая, стимулируемые правительственными субсидиями оптовые поставки электромобилей и

плагин-гибридов в Китае, выросли в 2016 году по отношению к предшествующему году на 53 % и достигли уровня 507 000 шт. При этом продажи батарейных электромобилей подскочили на 65 % — до 409 000 шт., в числе которых было 257 000 легковых автомобилей (рост на 75 %) и 152 000 коммерческих автомобилей всех типов, включая автобусы (рост на 50 %). Продажи плагин-гибридов увеличились на 17 % — до 98 000 шт. Между тем реализация схемы субсидирования проходит далеко не гладко. На протяжении 2016 года велось расследование дела автопроизводителей, заподозренных в мошенничестве с субсидиями. Несколько компаний были уличены в приписках к отчётности продаж для получения завышенных выплат. В январе 2017 года Пекин ввёл более строгие правила игры: во-первых, он сократил на 20 % национальные субсидии; во-вторых, он ограничил уровень региональных субсидий до 50 % от размера сумм поощрения центральным правительством. Это было воспринято как драматический отход от прошлой практики и вызвало замешательство на рынке. По оценке издания Automotive News China, суммарный размер национальной и региональной субсидий на покупку типичного китайского электромобиля с запасом хода 100–150 км сократился до 30 000 юаней с 50 000 юаней в 2016 году. Этой разницы оказалось достаточно для того, чтобы изменить решение о покупке многих китайских потребителей.

Как и можно было ожидать, продажи электромобилей и плагин-гибридов сразу понесли потери, сократившись в первом квартале 2017 года на 4,4 % — до 55 929 шт. По сути, темп спада мог быть ещё более внушительным, если бы не акция государственной компании BAIC Motor Co., использовавшей собственные средства для компенсации покупателям ущерба от сокращения правительственных субсидий. За первые три месяца года продажи электромобилей этого автопроизводителя взлетели на 111 % — до 12 700 машин. В результате BAIC обошла частную компанию BYD Co. в роли крупнейшего в Китае производителя электромобилей, тогда как



продажи BYD сократились на 48 % – до 8 600 машин. Продажи другого крупного местного производителя JAC, тоже воздержавшегося от компенсации, упали на 57 % – до 2 004 электромобилей.

После первого шока ситуация на рынке электромобилей заметно улучшилась во втором квартале. По итогам первых шести месяцев 2017 года продажи электромобилей, по данным СААМ, выросли на 14 % – до 195 000 шт. (включая 160 000 батарейных электромобилей и 35 000 плагин-гибридов) – при общем росте продаж автомобилей всего на 1,6 %. Для сравнения следует заметить, что установленный правительством довольно амбициозный плановый ориентир на 2017 год предусматривает продажу 800 000 автомобилей новой энергетики с ростом на 58 % по отношению к 2016 году. И хотя цифры реальных продаж показывают, что правительственные субсидии остаются пока основной движущей силой спроса на электромобили в Китае, тем не менее, в течение следующих двух лет Пекин планирует сократить субсидии ещё на 40 %, а к 2020 году постепенно свернуть эту программу. При этом расчёт делается на то, что рост масштабов производства к этому времени поможет снизить стоимость тяговых батарей – самого дорогого компонента электромобилей.

Правительство Китая делает серьёзную ставку на развитие сегмента автомобилей новой энергетики, и текущее замедление темпа роста расценивается как временное препятствие на долгом и многообещающем пути. Пекин планирует достичь годового уровня продаж 2 миллиона автомобилей новой энергетики местного производства (или 6,7 % всех продаж автомобилей) к 2020 году и 7 миллионов к 2025 году. Другие крупные рынки этого региона, включая Индию, Южную Корею и Таиланд, также начинают двигаться в том же направлении, что сулит дополнительные возможности китайским производителям. Уже сейчас такие компании, как BYD, экспортируют значительное количество электробусов на западные

рынки. В частности, электробусы BYD хорошо зарекомендовали себя на лондонских маршрутах [22].

#### Квотирование продаж.

В качестве нового рычага продвижения продаж электромобилей в процессе свёртывания программы субсидий китайское правительство переходит от мер стимулирования рыночного спроса к мерам принудительного характера для производителей – обязательным квотам продаж электромобилей.

В сентябре 2016 года на сайте бюро по вопросам законодательства Кабинета министров КНР был размещён проект закона, предписывающий автопроизводителям продавать батарейные электромобили или плагины-гибриды в возрастающей доле от общего объёма продаж. Производители обязаны набрать сумму очков (по калифорнийскому образцу углеродных кредитов), эквивалентную 8 % всех годовых продаж к 2018 году, 10 % к 2019 году и 12 % к 2020 году. Число очков для каждой модели машины базируется на рейтинге выбросов (степени её электрификации). К 2025 году продажи автомобилей новой энергетики должны составить не менее пятой части всех продаж автомобилей [22].

#### Реструктуризация отрасли.

Щедрые правительственные стимулы для производителей электромобилей привлекли в этот сегмент за последние годы огромное количество компаний, включая стартапы и многочисленные мелкие предприятия невысокого технического уровня. В 2016 году в Китае насчитывалось около 200 всевозможных производителей электромобилей, большинство из которых обслуживали региональные рынки. Как раз среди таких мелких компаний и были выявлены злоупотребления в отношении программы государственных субсидий. Сложившаяся ситуация и стремление поднять уровень и престиж электромобильной отрасли предопределили резкий разворот вектора её развития. Политика всемерного поощрения

производителей, вне зависимости от их размеров и технических возможностей, сменилась линией на консолидацию отрасли в рамках 10–15 промышленных групп с целью достижения экономики масштабов при явном создании препятствий для деятельности технически слабых предприятий путём перекрытия им доступа к льготам и даже отзыва лицензий на производство.

Отныне допуск новых игроков на рынок электромобилей стал осуществляться на основе тщательного отбора с учётом инновационных возможностей заявителя. В условиях введения моратория на создание новых мощностей для производства традиционных бензиновых автомобилей Комиссия по национальному развитию и реформам КНР, контролирующая новые инвестиции в автомобильной промышленности, установила в 2016 году порядок выдачи лицензий, позволяющих компаниям организовывать новое производство только электромобилей. К июню 2017 года было выдано 15 лицензий, последнюю из которых получило совместное предприятие Volkswagen с государственной автомобильной компанией JAC на сборку электромобилей в городе Хэфэй на востоке Китая. Получившие лицензии стартапы заявили инвестиции в общей сумме более 98 миллиардов юаней (14 миллиардов долларов) на строительство сборочных заводов с совокупной производственной мощностью 2,9 миллиона электромобилей в год – в шесть раз больше объёма продаж 2016 года.

Затем выдача лицензий была приостановлена для оценки комиссией эффективности программы, что заставило иностранных инвесторов поволноваться в опасении ограничения доступа новых игроков в эту перспективную отрасль в интересах поддержки местных производителей электромобилей, таких как BYD или BAIC. В конце июня Министерство торговли КНР обнародовало пересмотренные директивы по отраслям с иностранными инвестициями, вступившие в силу 28 июля 2017 года. Пекин разрешил иностранным автопроизводителям создавать новые совместные

предприятия с местными компаниями для производства батарейных электромобилей. Так же, как предписано действующим законодательством для общего случая производства любых автомобилей, создание СП является обязательным условием для иностранного автопроизводителя, а доля его участия в капитале СП не должна превышать 50 % [22].

#### Батарейная поддержка.

Доступность тяговых батарей, наряду с наличием зарядной инфраструктуры, является определяющим фактором развития рынка электромобилей. Имея крупнейшие в мире запасы лития, Китай располагает уникальными возможностями производства батарей для электромобилей. По данным Bloomberg New Energy Finance, около 55 % мирового производства литиево-ионных батарей, широко используемых в смартфонах и прочей персональной электронной технике, базируется в Китае и лишь 10 % — в США. К 2021 году прогнозируется рост доли Китая в мировом производстве до 65 %. В целом по миру ожидается рост мощностей по производству батарей к 2021 году более чем вдвое (до 273 гигаватт-часов с сегодняшних 103 гигаватт-часов в год), и Китай не собирается упускать шанс.

В 2017 году правительство выступило с новой инициативой, направленной на значительное увеличение в стране мощностей по производству тяговых батарей для электромобилей с установлением конкретных заданий по объёмам выпуска. Как следует из отчёта Bloomberg, к 2021 году планируется построить в Китае серию аккумуляторных заводов с суммарной мощностью производимых батарей 160 ГВт·ч в год [22].

В свою очередь **Европа** использует обе вышеупомянутые модели развития инфраструктуры для электромобилей. С одной стороны **Германия** ставит цель к 2020 году иметь 1 млн. электромобилей, с другой - **Норвегия**, которая еще в 90-х начала стимулировать граждан к переходу на чистый вид транспорта - намерена отменить импортную пошлину, НДС и дорожные платежи для электрокаров.

В Эстонии, зарядная инфраструктура которой считается наиболее удачным проектом, сеть скоростных зарядных станций была установлена в рамках госпрограммы. В то же время европейский бизнес активно вносит предложения по развитию инфраструктуры – к примеру, голландская компания Fastned построила полсотни прогрессивных и доступных в плане сервиса скоростных зарядных комплексов на родине и теперь нацелена на всю Европу.

Зато в Норвегии надо хорошо ориентироваться в различных местных опциях для того, чтобы пользоваться зарядками. В стране работают локальные инициативы: так, в Осло парковка и зарядка бесплатны для резидентов города. Жители других городов могут воспользоваться услугой, в частности, взяв машину в аренду и получив «ключик», которым открываются столичные зарядные станции.

Скоростные зарядки в Норвегии платные, а муниципальные – бесплатные, но при этом последние заряжают дольше. В то же время официальные дилеры электромобилей, таких как Nissan, позволяют заряжать авто на своих станциях бесплатно.

Преимущества, которые объединяют большинство стран Европы – это то, что они небольшие по величине, в них большая плотность населения, и близкое расположение городов друг к другу, предоставляют им возможность сделать эффективную транспортную инфраструктуру для электромобилей по всей стране [23].

Подводя итог, вспомним, что лидерами в создании инфраструктуры для электромобилей по праву считаются США, страны Европейского Союза и страны Азии. И их подходы к созданию и развитию зарядных станций имеют некоторые отличия. В США, как модель, существует принцип эффективного взаимодействия власти и бизнеса, т.е. зарядные станции устанавливает бизнес, и часть потраченных ими средств компенсирует государство. В Китае

же все делается за счет государственных средств, а в странах Европейского союза практикуют обе модели.

Что же касательно льгот при покупке электромобиля. В некоторых странах отменен ввозной налог на электромобили. Также широко распространена практика бесплатного проезда по платным участкам пути, а также бесплатная парковка с зарядной станцией, тогда как для автомобилей с ДВС она платная. Все эти мероприятия направлены на стимулирование покупки электромобилей.

## **2.2. Эволюция транспортной инфраструктуры мегаполиса (на примере г. Екатеринбурга)**

В качестве примера объекта исследования рассмотрим город Екатеринбург, в городе присутствуют все стандартные виды транспорта. Так, например, регулярное автобусное сообщение в городе началось в 1924 году, через пять лет появились первые трамвайные линии, а в 1943 году запустили первые троллейбусные маршруты, а с 1991 года начали строить и метрополитен, который сейчас имеет всего одну ветку, протяженность ее составляет 13,8 км [24].

На сегодняшний день Трамвайно-троллейбусное управление осуществляет около 60% пассажирских перевозок в Екатеринбурге. Располагает 544 единицами подвижного состава, которые курсируют на 30 трамвайных и 19 троллейбусных маршрутах. Общая протяжённость трамвайных путей в Екатеринбурге: 185,5 км, троллейбусных - 168, 4 км (в однопутном исчислении). Имеется 3 трамвайных и 2 троллейбусных депо. Данные актуальны на начало 2013 года. Также вскоре был создан онлайн сервис для отслеживания движения трамваев и троллейбусов.

Одним из средств борьбы с пробками стала городская электричка. Железнодорожные пути пересекают весь город от района Сортировки и через Елизавет прибывает в г. Сысерть, также можно довольно быстро, если быть точнее за 40 минут, доехать до аэропорта Кольцово на недавно запущенной экспресс-электричке.

Также в городе с середины XX века существовало маршрутное такси, но активно развиваться начало в начале 2000-х. На сегодняшний день это широко развитая сеть, которая представлена несколькими перевозчиками и имеет она более чем 70 различных линий, как дублирующих маршруты городского транспорта, так и развивающий новые пути.

Междугороднее сообщение представлено Южным и Северным автовокзалами. С них отправляются автобусы как по Свердловской области, так и в соседние области и даже в Казахстан. Северный автовокзал удобно расположен рядом с Железнодорожным вокзалом, с которого также можно добраться на электричке практически до любого города с вокзалом в радиусе 150 км.

Не так давно в Екатеринбурге была введена единая система электронной оплаты проезда в общественном транспорте, проще говоря, Екарта. Существует несколько типов карт:

1. Транспортная карта на предъявителя.
2. Социальная транспортная карта льготника.
3. Транспортная карта лица, сопровождающего инвалида.
4. Временная карта, выданная взамен социальной транспортной карты.
5. Транспортная карта учащегося.
6. Транспортная карта студента.
7. Персональная карта гражданина.
8. Электронный проездной билет на 15 дней.

Стоимость оформления всех персональных карт, кроме социальной, составляет 180 рублей. А также планируется внедрение Екарты в общественном транспорте в других городах Свердловской области [25].

Теперь затронем стратегическое видение будущего. Если придерживаться оптимистичных прогнозов, то к 2030 году нас ожидает значительное повышение городской мобильности. Для удобства перемещения будут реконструированы и благоустроены пешеходные зоны, дорожки, переходы.

Активно продолжают развиваться экологически нейтральный вид транспорта (велосипеды, самокаты, ролики, и т.д.). Будет построена сеть зарядных станций для электромобилей [26]. Увеличится комфортабельность общественного транспорта. В отношении старого транспорта будут произведены капитально-восстановительные работы. То же касается и подвижного состава метрополитена.

Путем обособления от проезжей части, скорость общественного транспорта увеличится, также они будут иметь приоритет при проезде регулируемых перекрестков, а для автотранспорта будут введены ограничения.

Широкое применение получают процессы цифровизации в области организации пассажирских перевозок и организации дорожного движения:

- С целью контроля работы транспортных предприятий в онлайн режиме дальнейшее развитие получит Центр управления пассажирскими перевозками. Это позволит оперативно реагировать на возникновение аварий.
- Широкое внедрение информационных табло для своевременного информирования пассажиров о работе городского общественного транспорта. Также будут действовать мобильные приложения и городские сайты.



- Продолжит совершенствоваться система тарифных планов, что позволит экономить пассажирам при пересадках с одного транспорта на другой.
- Стоит отметить, что, возможно в скором будущем будет внедрена интеллектуальная автоматизированная система управления дорожным движением, которая будет менять режимы работы светофора при изменении интенсивности дорожного движения.

Также в ближайшем будущем планируется создание мульти модальных транспортно-пересадочных узлов.

Значительно увеличится сеть платных парковок, что приведет к рациональному использованию городского пространства и стимулированию горожан к использованию общественного транспорта, снизится нагрузка на улично-дорожную сеть в центральной части города.

Продолжаются работы по строительству и реконструкции участков Екатеринбургской кольцевой автомобильной дороги. В перспективе строительство высокоскоростных железнодорожных магистралей, строительство новых скоростных трамвайных линий и осуществление строительства перспективных веток метрополитена. Планируемые изменения показателей представлены в таблице 4.

Таблица 4 Ожидаемые результаты реализации направления

Показатель	Единица измерения	Этапы реализации стратегии						Целевой ориентир на 2035 год
		2018–2020 годы		2021–2025 годы		2026–2030 годы		
		min	max	min	max	min	max	
Перевозка пассажиров общественным транспортом	Млн человек	322	345	329	360	332	370	375
Перевозка пассажиров муниципальным транспортом	Млн человек	200	230	210	250	220	270	281
Перевозка пассажиров	Млн человек	35,3	46,9	37,6	53,4	41,6	61	62

Показатель	Единица измерения	Этапы реализации стратегии						Целевой ориентир на 2035 год
		2018–2020 годы		2021–2025 годы		2026–2030 годы		
		min	max	min	max	min	max	
муниципальным автобусом								
Перевозка пассажиров трамваем	Млн человек	85,7	102,4	92,4	113,8	97,4	124,2	128
Перевозка пассажиров троллейбусом	Млн человек	29	29,2	28	28,5	27	27,8	27
Перевозка пассажиров метро	Млн человек	50	51,5	52	54,3	54	57	64
Перевозка пассажиров частным транспортом	Млн человек	122	115	119	110	112	100	94
Строительство и реконструкция дорог (в том числе Екатеринбургской кольцевой автомобильной дороги)	Тыс. кв. м	125	155	145	200	135	250	300
Скорость сообщения по магистральной улично-дорожной сети	Км в час	25	26	25	27	25	28	29
Скорость сообщения по регулируемой улично-дорожной сети	Км в час	19	21	19	22	19	23	25
Уровень автомобилизации населения	Единица/ тыс. человек	414,7	428,6	419,8	451,3	424,9	473,9	500
Доля парка подвижного состава наземного общественного транспорта, оборудованного для перевозки маломобильных групп населения	Процент	10	15	13	20	16	25	30

Показатель	Единица измерения	Этапы реализации стратегии						Целевой ориентир на 2035 год
		2018–2020 годы		2021–2025 годы		2026–2030 годы		
		min	max	min	max	min	max	
Увеличение платного парковочного пространства	Количество машино-мест	2497	12000	2497	20000	2497	25000	30000

В Екатеринбурге же сеть зарядных станций только планируется развить, на данный момент существует всего 2 зарядные станции обе находятся на парковке Ельцин-Центра.

Как итог, придерживаясь оптимистичных прогнозов, к 2030 году планируется построить развитую сеть зарядных станций и внедрить систему «умного города» путем широкого распространения процессов цифровизации и их взаимодействия с инфраструктурой. Также большие изменения коснутся существующего вида транспорта. Старый общественный транспорт будет модернизирован.

Для эффективного развития зарядной инфраструктуры в Екатеринбурге и России в целом рекомендуется позаимствовать некоторые принципы из международного опыта [27].

### **ГЛАВА 3. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ МЕГАПОЛИСА (НА ПРИМЕРЕ Г. ЕКАТЕРИНБУРГА)**

#### **3.1. Исследование удовлетворенности автовладельцев транспортной инфраструктурой г. Екатеринбурга**

Целью данного опроса является – узнать действительное отношение к существующей транспортной инфраструктуре, со стороны реального пользователя инфраструктурой.

Опрос был создан с помощью сервиса Google формы [28]. В качестве респондентов мы взяли людей, состоящих в группе г. Екатеринбурга в социальной сети «Вконтакте». Всего в опросе приняли участие 57 человек.

Тема: Насколько Вы удовлетворены транспортной инфраструктурой г. Екатеринбурга?

Вопрос 1. Каким видом транспорта вы пользуетесь (рисунок 6)?

Рис 6 Ответы на отсеивающий вопрос

Данный вопрос выполняет роль отсеивающего вопроса, т.к. нас интересуют только пользователи личного транспорта, по данным графика их количество составляет 45,6% из всех респондентов. На графике находятся слева.

Вопрос 2. Если бы Вы могли вмиг что-либо изменить, что бы Вы изменили (рисунок 7)?

Рис 7 Ответы на вопрос 2

На рисунке 7 представлены некоторые из ответов на данный вопрос. Этот вопрос ориентирован на то, что первое приходит в голову респонденту. Как правило, первое, о чем он думает и является главной проблемой для него. По результатам ответов на данный вопрос можно предполагать, что главной проблемой транспортной инфраструктуры является – качество дорожного покрытия, а второстепенными проблемами являются: недостаток парковочных мест, недостаточно широкие улицы.

Вопрос 3. Чего, по Вашему мнению, не хватает больше всего (рисунок 8)?

Рис 8 Ответы на вопрос 3

Ответ на данный вопрос подтверждает, что для большинства респондентов качество дорожного покрытия является приоритетной проблемой.

Вопрос 4. Насколько Вас устраивает нынешнее состояние транспортной инфраструктуры (рисунок 9)?

Рис 9. Ответы на вопрос 4

Ответ на данный вопрос скорее показывает субъективную оценку пользователей транспортной инфраструктуры. По мнению большинства респондентов, можно оценивать состояние инфраструктуры как среднее.

Вопрос 5. Что, по Вашему мнению, стоит сделать в первую очередь, чтобы оценка из предыдущего вопроса повысилась на один пункт (рисунок 10)?

Рис 10. Ответы на вопрос 5

В данном вопросе также больше всего внимания уделяется качеству дорожного покрытия, это означает что, по мнению опрошенных, в первую очередь необходимо решить проблему качественного дорожного покрытия прежде чем заниматься дальнейшим развитием транспортной инфраструктуры. Проблема нехватки парковочных мест имеет второстепенное значение.

Далее мы собирали информацию об автовладельцах, чтобы определить по разным признакам с каким сегментом мы имеем дело, это поможет нам в дальнейшем тем, что мы будем знать к кому скорее всего мы будем обращаться в случае повторного проведения опроса.

Вопрос 6. Укажите ваш возраст (рисунок 11).

Рис 11. Ответы на вопрос 6

Все респонденты относятся к диапазону от 18 до 45 лет. Причем больше всего относятся к сегменту от 26 до 35 лет. В дальнейшем целесообразно будет приходить с опросами именно к ним, как к более опытным и активным.

Вопрос 7. Выберите пол (рисунок 12).

Рис 12. Ответы на вопрос 7

В данном случае, как мы и предполагали, подавляющее большинство респондентов мужчины.

Вопрос 8. Какой у вас месячный доход (рисунок 13)?

Рис 13. Ответ на вопрос 8

Теоретически люди с низким уровнем дохода не могут позволить себе накопить на электромобиль и предпочитают традиционный автомобиль т.к. он в 2-3 раза дешевле. Чуть более 25 % людей являются близкими к потенциальным владельцам электромобилей.

Далее мы задали отсеивающий вопрос чтобы перейти конкретнее к пользователям или потенциальным пользователям электромобилей.

Вопрос 9. Думали ли Вы о переходе на электромобиль (рисунок 14)?

Рис. 14 Ответ на вопрос 9

К сожалению, нам не удалось опросить реальных владельцев электромобиля или же тех, кто находится на стадии его покупки. Более чем одна третья респондентов следят за последними новостями об электромобилях и ищут информацию о них.

Затем мы задали несколько вопросов потенциальным владельцам электромобилей.

Вопрос 10. Что Вас больше всего отталкивает от покупки электромобиля (рисунок 15)?

Рис 15. Ответы на вопрос 10

Судя по данным графика потенциальных пользователей электромобиля, больше всего препятствует покупке цена на электромобиль.



Ведь относительно традиционному автомобилю с ДВС он стоит в 3-4 раза дороже. Также им препятствует отсутствие сети зарядных станций и ограниченный запас хода.

Вопрос 11. Назовите 3 места, где бы Вы расположили общественные, экспресс-зарядки (рисунок 16)?

Рис 16. Ответ на вопрос 11

Данный вопрос был направлен на то, чтобы узнать, где респонденты нуждались бы в быстрой зарядке, т.е. где они проводят время относительно недолго. Как и предполагалось ранее самыми популярными ответами являются: торговые развлекательные центры, университеты, объекты досуга и отдыха.

Подводя итоги опроса, можно сделать следующие выводы: первоначальной проблемой для опрошенных респондентов является – качество дорожного покрытия. Второстепенными проблемами, по результатам исследования являются: недостаточно широкие улицы и недостаток парковочных мест. В целом, из всего числа опрошенных, большинство оценивает инфраструктуру в пределах среднего или чуть выше среднего. Также мы задали вопрос о том, что их больше всего отталкивает от покупки электромобиля. Большинство выбрали ответ – цена, также много ответов было касательно неразвитой инфраструктуры и ограниченного запаса

хода. Также мы спросили их о том, где бы они расположили станции быстрой зарядки. Самыми популярными местами стали торговые центры.

Большинство опрошенных респондентов – это мужчины от 26 до 35 лет при повторном проведении опросов мы будем задавать вопросы преимущественно им.

### **3.2. Рекомендации по адаптации транспортной инфраструктуры г. Екатеринбурга к использованию электромобилей**

1. Алгоритм взаимодействия владельцев электромобилей с компанией, устанавливающей и обслуживающей зарядные станции.

На первых этапах становления транспортной инфраструктуры мегаполиса для электромобилей стоит применять данный подход, потому что будет учтено мнение существующих владельцев электромобилей, так мы получим реальную картину, ориентированную на их личное удобство в расположении станций и это будет довольно-таки просто, потому что на тот момент в Екатеринбурге, возможно, будет использоваться несколько десятков или сотен электромобилей, но не тысяч – и отслеживать их можно будет их в ручном режиме. Данный подход можно применять и в дальнейшем, и он является универсальным.

a. Первый шаг: собираем базу данных владельцев электромобилей.

b. Второй шаг: отслеживаем маршруты их перемещения, например, как показано на рисунке 17. Так мы сможем видеть перемещение владельца электромобиля и находить самые проблемные участки пути.

Рис 17. Пример маршрута перемещения владельца электромобиля

с. Третий шаг: предлагаем пройти опрос, где они больше всего нуждаются в зарядных станциях.

d. Четвертый шаг: отслеживаем пути перемещения всех владельцев электромобилей и получаем обобщенную картину проблемных мест в городе, рисунок 18. На данном рисунке представлены проблемные участки пути в виде линий, они означают, что на данном участке скорость перемещения была намного меньше разрешенной скорости, а также своеобразными воронками отмечены места, где электромобили стоят чаще всего по несколько часов (дом, работа, учеба, супермаркет, и т.д.).

Рис 18. Пример общей карты проблемных мест

е. Пятый шаг: располагаем зарядные станции, также запускаем 2-3 «пилотных» проекта станций экспресс-зарядки, и получаем полную картину, как пример на рисунке 19. Также на рисунке указаны сервисы технического обслуживания и ремонта, предполагаем, что они уже существуют.

Рис 19. Пример полной карты зарядных станций

f. Получаем отзывы о работе станций и системе в целом.

Данный алгоритм является наиболее оптимальным, потому что он учитывает мнения и пожелания владельцев электромобилей. Именно данный путь будет способствовать широкому распространению электромобилей.

2. Разработка дополнительного ПО для бортового компьютера или приложения для смартфона.

Там должны отражаться: карта зарядных станций, сведения о них, возможность заблаговременного бронирования станций и т.п. Бронирование должно осуществляться на не долгий промежуток времени (не более одного часа), это весьма удобно, ведь вы уже будете знать, что вам есть где поставить заряжаться ваш электромобиль.

Данное ПО или приложение поможет избежать ситуаций, когда, владельцам электромобилей приходится по долгу искать свободную зарядную станцию, а лимит времени бронирования поможет избежать простоя станций, когда они необходимы.

3. Также при выборе места расположения зарядных станций следует отдавать приоритет местам близкого расположения к линиям метро (существующим и перспективным), трамваям, троллейбусам, линиям железнодорожного транспорта.

Это упростит подвод электричества к станциям, т.к. можно будет использовать существующие мощности.

4. Как подобрать зарядную станцию?

Во-первых, в нашем случае мы рассматриваем только станции общественного пользования. Поскольку основным параметром выбора зарядной станции является среднее планируемое время нахождения электромобиля на объекте, то в зонах, где планируемое время нахождения на

стоянке 6-12 часов рекомендуется использовать зарядку 3 типа, 1-8 часов 3 или 4 типа, не более 30 минут – 4 типа.

Во-вторых, совокупная мощность управляемой ЭЗС не должна быть менее 11 кВт.

В-третьих, зарядные станции подразделяются по типу крепления к основанию на:

- устанавливаемые на фундамент;
- устанавливаемые без фундамента с креплением к основанию (плита, стена, и т.п.);
- закапываемые непосредственно в грунт [29].

Также учитывается, возможность установки защитных конструкций (навесов), в зависимости от погодных условий г. Екатеринбурга.

#### 5. Подбор месторасположения:

- возможность подъезда транспортных средств к ЭЗС;
- наличие пространства для разметки парковочных мест ЭТ в количестве не менее одного парковочного места на каждый зарядный порт;
- наличие свободного подхода к порту ЭЗС шириной не менее 1м для человека;
- наличие свободного подхода для 1 человека к системам управления ЭЗС шириной не менее 1м;
- обязательно наличие пространства вокруг ЭЗС для свободной циркуляции воздуха вокруг корпуса ЭЗС, в соответствии с указаниями завода-изготовителя. Вентиляционные зоны не должны быть заблокированы, для обеспечения эффективной работы ЭЗС [30].

#### 6. Поддержка и поощрение со стороны государства.

Например, как это уже принято в США, ввести компенсационные выплаты бизнесу, который занимается установкой общественных зарядных станций на добровольной основе и установить их размер 50% от совокупных

затрат на установку станций. Получение всех необходимых, знаний, разрешений и документов на установку зарядных станций без лишних затрат.

7. Увеличение количества многоуровневых крытых паркингов в центре города.

Это позволит увеличить количество парковочных мест, а также можно будет обойтись без установки защитных навесов от неблагоприятных погодных условий.

8. Выделять на местах парковки первые 2-3 года 3-4% от общих мест не менее одного парковочного места. Следующие 2-3 года 5-8% от общего количества мест, также не менее одного парковочного места. И так по мере потребности в парковочных местах для электромобилей постепенно увеличивать.

9. Освобождение от налогов компаний такси, переходящих на электромобили на 1-2 года.

Подводя итог, первая и основная рекомендация это – алгоритм взаимодействия владельцев электромобилей с компанией, устанавливающей и обслуживающей зарядные станции. Принцип этого алгоритма прост: не знаешь где установить зарядные станции – спроси у самих владельцев электромобилей, где она им нужнее. Также данный алгоритм предполагает отслеживание перемещения всех владельцев электромобилей для определения самых проблемных участков на дороге и мест где они чаще всего останавливаются на время разной продолжительности, чтобы правильно выбрать тип зарядной станции.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Развитие автомобильной промышленности играет большую роль в экономическом развитии, как отдельных городов, так и страны в целом. Именно поэтому многие страны мира тратят большие силы и средства для улучшения, как автомобилей, так и соответствующей им инфраструктуре. Именно благодаря этому теперь мы можем наблюдать, как мировая автомобильная промышленность продвигается вперед в данном вопросе.

Уже сейчас благодаря отдельным энтузиастам и целым конструкторским бюро мы можем наблюдать и автомобили на «биотопливе», и летающие автомобили, и электромобили, и т.д. Хотя их широкое распространение казалось невероятным несколько лет назад. Мы же для подробного анализа выбрали электромобиль.

Электромобили являются прекрасной альтернативой автомобилю с ДВС, с массой своих преимуществ. Его КПД составляет 90-95%, а безопасность и экологичность, без всяких сомнений, являются главными преимуществами, что уже говорить о сравнении цен на традиционное топливо и на электроэнергию. Но массовому внедрению электромобиля мешают некоторые недостатки, которые являются существенными.

Что же помогло уменьшить влияние этих недостатков и популяризовать электромобиль? Первое что стоит отметить – это развитая сеть зарядных станций, которая позволяет использовать электромобиль в

рамках мегаполиса. Также немаловажно, что аккумуляторные батареи за последние годы стали в разы дешевле и в разы лучше. И необходимо продолжать совершенствовать аккумуляторы, потому что он является как самым важным звеном электромобиля, так и его самым слабым.

При решении задачи обобщения теоретических основ транспортной инфраструктуры мегаполиса в работе мы узнали понятие о транспортной инфраструктуре и из чего она состоит, а также выделили некоторые тенденции ее развития. Выделяя главную мысль, стоит отметить, что транспортная инфраструктура способствует эффективному взаимодействию человека со всеми видами транспорта и транспортных структур с целью осуществления экономической и неэкономической деятельности человека. И как итог мы хотим выделить несколько объектов инфраструктуры, в отношении которых необходимо вести упорные работы, чтобы добиться массового распространения электромобилей в г. Екатеринбурге. Во-первых, это автостоянки и парковочные места автомобилей и соответствующие им транспортно-обслуживающие предприятия, и объекты, которые будут устанавливать, и обслуживать зарядные станции. Во-вторых, стоит вести развитие улично-дорожной сети города в целом, это касается и примыкающим к ним тротуарам, велодорожкам, парковым зонам.

При решении задачи формулирования особенностей использования электромобилей в транспортной инфраструктуре мегаполиса в работе мы рассмотрели, пожалуй, главную особенность электромобиля, которая состоит в том, что он нуждается в постоянной подзарядке продолжительность которой, обычно, составляет от 30 минут до нескольких часов. И для того чтобы обеспечить беспрепятственное функционирование электромобиля в мегаполисе создают сеть зарядных станций, которых должно хватать для обеспечения подзарядки всех транспортных средств. В настоящий момент существует несколько типов зарядных станций для электромобилей. И при их установке сразу же возникает вопрос: Какой тип выбрать? Выбор типа



зарядной станции зависит от времени нахождения электромобиля на парковке. Второй тип используют при парковке на несколько часов (дом или работа и т.п.). Третий и четвертый тип используют при недлительной парковке, например, у торгового центра. Все типы отличаются максимально выдаваемым напряжением, и от этого зависит скорость зарядки. Также если взять во внимание существование нескольких типов коннекторов для проводных зарядок, возникает потребность в принятии единого стандартного коннектора для всех электромобилей и зарядных станций.

При решении задачи рассмотрения международного опыта создания транспортной инфраструктуры для электромобилей в работе рассматривались модели распространения зарядных станций, т.е. как будет произведена поддержка бизнеса в установке зарядных станций, будут ли какие-либо льготы и компенсационные выплаты. Или же установка станций будет производиться за счет государственного бюджета. Также льготы касаются и владельцев электромобилей, например, отмена пошлин и НДС на покупку электромобилей, бесплатное парковочное место, бесплатная зарядка для резидентов города (не касается быстрых экспресс-зарядок). Здесь возникает вопрос об использовании успешного международного опыта при создании зарядной инфраструктуры для электромобилей.

При решении задачи обобщения тенденций развития транспортной инфраструктуры г. Екатеринбурга в работе мы выяснили, как менялся подход к совершенствованию транспортной инфраструктуры. Когда возникли и как развивались существующие виды общественного транспорта, такие как автобус, трамвай, метро и т.д. Также мы затронули их нынешнее состояние и то, как их объединила единая система электронной оплаты проезда (ЕКАРТА). Это сделало оплату проезда универсальной, а также автоматизировать льготы, т.е. при оформлении карты по предъявлению документа оформляются льготы.

Также мы затронули стратегическое видение будущего. Если придерживаться оптимистичных прогнозов, то можно ожидать значительное повышение городской мобильности, широкое внедрение процессов цифровизации для управления пассажирскими перевозками и организации дорожного движения. А главное в перспективные планы входит строительство сети зарядных станций для электромобилей.

При решении задачи проведения социологического исследования с целью оценки удовлетворенности автовладельцами состоянием транспортной инфраструктуры г. Екатеринбурга в работе мы провели опрос с целью узнать отношение к существующей транспортной инфраструктуре со стороны горожан, как реальных пользователей инфраструктурой. В целом они оценивают ее состояние как «среднее» и выделяют, в качестве главной проблемы, некачественное дорожное покрытие и несвоевременное обслуживание таких участков дорог. Также многие отмечают недостаточное количество парковочных мест и недостаточно широкие улицы. Как итог можно говорить о том, что повышение качества дорожного покрытия имеет первостепенную важность.

Таким образом, задачи решены в полном объеме, цель достигнута – рекомендации по внедрению в транспортную инфраструктуру мегаполиса зарядных станций для электромобилей разработаны. Мы отмечаем первую рекомендацию как фундаментальную, т.е. целесообразно развивать сеть зарядных станций, придерживаясь алгоритма взаимодействия владельцев электромобилей с компанией, устанавливающей и обслуживающей зарядные станции.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ

1. EVVolumes база данных мировых продаж электромобилей [Электронный ресурс] // URL: <http://www.ev-volumes.com>.
2. Анализ развития транспортной инфраструктуры в городе Тюмени [Электронный ресурс] // URL: [https://knowledge.allbest.ru/transport/3c0a65635a2bd69b5d43b89521316c37\\_0.html](https://knowledge.allbest.ru/transport/3c0a65635a2bd69b5d43b89521316c37_0.html).
3. Современные тенденции формирования транспортной инфраструктуры городов [Электронный ресурс] // URL: [https://studref.com/371331/stroitelstvo/sovremennye\\_tendentsii\\_formirovaniya\\_transportnaya\\_infrastruktury\\_gorodov](https://studref.com/371331/stroitelstvo/sovremennye_tendentsii_formirovaniya_transportnaya_infrastruktury_gorodov).
4. Определение транспортная инфраструктура [Электронный ресурс] // Студопедия. URL: [https://studopedia.ru/4\\_155263\\_opredelenie-transportnaya-infrastruktura.html](https://studopedia.ru/4_155263_opredelenie-transportnaya-infrastruktura.html).
5. Транспортная инфраструктура современного комфортного города [Электронный ресурс] // URL: [https://vuzlit.ru/1026755/transportnaya\\_infrastruktura\\_sovremennogo\\_komfortnogo\\_goroda](https://vuzlit.ru/1026755/transportnaya_infrastruktura_sovremennogo_komfortnogo_goroda).
6. Устройство и принцип работы электромобиля. Плюсы и минусы электрокаров [Электронный ресурс] // URL: <https://promdevelop.ru/osobennosti-ustrojstva-elektromobilya-plyusy-minusy-elektrokarov>.
7. Устройство электромобиля [Электронный ресурс] // URL: <http://hybmotors.ru/ustrojstvo-elektromobilya>.
8. Устройство двигателя электромобиля [Электронный ресурс] // URL: <http://autoleek.ru/dvigatel/jelektricheskij-dvigatel/ustrojstvo-jelektromobilja.html>.
9. Электрический аккумулятор [Электронный ресурс] // Википедия. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Электрический\\_аккумулятор](https://ru.wikipedia.org/wiki/Электрический_аккумулятор).
10. Nissan Leaf: технические характеристики, цена и отзывы [Электронный ресурс] // URL: [https://www.syl.ru/article/175169/new\\_nissan-leaf-tehnicheskie-harakteristiki-tsena-i-otzyivyi](https://www.syl.ru/article/175169/new_nissan-leaf-tehnicheskie-harakteristiki-tsena-i-otzyivyi).

11. Способы зарядки электромобилей [Электронный ресурс] // Википедия. URL: <https://ecotechnica.com.ua/stati/786-sposoby>.
12. Что такое зарядная станция для электромобиля, ее особенности и виды [Электронный ресурс] // URL: <https://1electrocar.ru/princip/zaryadnaya-stanciya.html>.
13. Ответы на вопросы о зарядке электрокаров [Электронный ресурс] // URL: <https://auto.ria.com/news/electric-cars/223967/zaryazhennyj-elektrokar-gde-kak-i-skolko-zapravlyat-elektromobil.html>.
14. Стандарт SAE J1772 [Электронный ресурс] // Википедия. URL: [https://de.wikipedia.org/wiki/SAE\\_J1772](https://de.wikipedia.org/wiki/SAE_J1772).
15. MENNEKES системы зарядных устройств [Электронный ресурс] // URL: <http://www.exim.by/news/MENNEKES%20системы%20зарядных%20устройств.pdf>.
16. CHAdeMO [Электронный ресурс] // Википедия. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/CHAdeMO>.
17. Комбинированная Зарядная Система (CCS) [Электронный ресурс] // Википедия. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Combined\\_Charging\\_System](https://en.wikipedia.org/wiki/Combined_Charging_System).
18. Lada Vesta седан [Электронный ресурс] // URL: <https://www.lada.ru/cars/vesta/sedan/prices.html>.
19. Затраты энергии для автомобиля с ДВС и электродвигателем [Электронный ресурс] // Форум электротранспорта. URL: <https://electrotransport.ru/ussr/index.php?topic=41189.648>.
20. Калькулятор: сколько по времени заряжать электромобиль [Электронный ресурс] // URL: <http://e-va.pro/calculator/skolko-po-vremeni-zariazhat-elektromobil>.
21. Развитие инфраструктуры для электромобилей: мировой опыт [Электронный ресурс] // URL: <https://www.sea.com.ua/e-mobility/news/razvitie-infrastruktury-dla-elektromobilej-mirovoj-opyt>.
22. Кравцов Ю. И. Развитие рынка электромобилей: Китайский опыт [Текст]/ Ю. И. Кравцов // Журнал автомобильных инженеров. – 2017 - №5. – С. 5-11.
23. Развитие инфраструктуры для электромобилей: мировой опыт [Электронный ресурс] // URL: <https://searu.com/news/view3372>.
24. Развитие транспортной инфраструктуры г. Екатеринбурга [Электронный ресурс] // URL: [https://vuzlit.ru/974804/obschaya\\_informatsiya\\_transportah\\_ekaterinburg](https://vuzlit.ru/974804/obschaya_informatsiya_transportah_ekaterinburg).
25. Е-карта - электронная транспортная карта [Электронный ресурс] // URL: <http://www.ekarta-ek.ru>.
26. В Екатеринбурге создадут инфраструктуру для электромобилей и беспилотников [Электронный ресурс] // URL:

[http://www.ural.aif.ru/society/v\\_ekaterinburge\\_sozdadut\\_infrastrukturu\\_dlya\\_elektromobiley\\_i\\_bespilotnikov](http://www.ural.aif.ru/society/v_ekaterinburge_sozdadut_infrastrukturu_dlya_elektromobiley_i_bespilotnikov).

27. Развитие транспортной инфраструктуры г. Екатеринбурга [Электронный ресурс] // URL: [https://otherreferats.allbest.ru/transport/00457094\\_0.html](https://otherreferats.allbest.ru/transport/00457094_0.html).

28. Google Forms [Электронный ресурс] // URL: <https://docs.google.com/forms>.

29. Крепления для зарядных станций [Электронный ресурс] // URL: <http://evtime.ru/ru/krepleniya-dlya-zaryadnykh-stantsij.html>.

30. Градостроительно-планировочные требования [Электронный ресурс] // URL: <http://auto-ally.ru/geografiya/45922/index.html?page=5>.